

X線極限解析装置の研究開発

(研究期間：第 期 平成12年～13年)

研究代表者：大森 整 (理化学研究所)

研究課題の概要

広範な研究分野における基本的研究手段である、X線解析装置の応用範囲を極限的に広めるために、(1)入射X線中の必要な波長成分を効率良く選択するための「高機能型X線ビーム光学系」、(2)目的のシグナルを優れたエネルギー分解能と検出感度を持って効率良く捉えるための「超高感度X線検出系」、の開発が強く望まれている。本研究は、このような研究上の要請を満たすために、X線の集光・単色化・結像の性能を高度化する「X線ホログラム光学素子」、及びX線を超高感度で検出する「超伝導接合素子」の要素技術開発を行い、最終的に両要素技術を統合して、エネルギー分解能や検出感度において従来装置を大幅に凌駕する、極限的なX線解析装置を設計製作する。

(1)総 評

本研究課題は、X線の利用技術・応用範囲を飛躍的に拡大させる可能性のある意義深い研究である。X線光学素子の加工技術及び検出素子の両面において、世界的にも高いレベルで要素技術の確立がなされており、産業の基盤技術及び先端科学技術として広い分野に波及効果が期待できる大変優れた研究成果であると評価できる。また、X線光学素子と検出素子を統合したX線解析システムを構築し、一定のデータが得られていることから、各々のテーマにおいては、適当な目標設定のもと、概ね目標が達成されていると評価できる。しかしながら、X線極限解析装置というシステム全体として見たときには、本研究からしか得られなかったと言えるような、ユニークな応用データが得られているとは言えず、知的基盤としての実用レベルまでは達していない。システム全体としての応用展望をより重視して研究を実施し、X線光学素子と検出素子の両面でより連携・整合性がとられていれば、全体としても、なお産業競争力のある先端技術として確立されたのではないかと考えられる。今後、本研究で得られた先端技術を円滑に産業に繋げ、かつ国際競争力を確保する新たな仕組みが工夫されることが望まれる。 <総合評価：a >

(2)各テーマにおける評価結果

X線ホログラム光学素子に関する研究

回折格子が作り込まれた非球面ミラーで、X線の集光能力を最大限に高める高機能X線光学素子の開発を目的として、1)ホログラム光学素子加工技術に関する研究、2)非球面の超平滑加工技術に関する研究、3)微細表面形状の加工・計測技術に関する研究、4)統合加工システムの開発に関する研究が行われた。その結果、X線光学素子の超精密形状加工、スーパースムーズポリッシング、ホログラム加工、工具修正・整形、加工面の洗浄評価等の各要素技術を世界的にも高い精度で確立しており、高く評価できる。さらに、これらの加工技術を統合し、加工プロセスを一貫して展開できる多自由度・超精密非球面加工機というこれまでにない加工装置が完成しており、技術的価値の高い成果と評価できる。今後、この装置を用いて高い生産性を確保することができれば、産業面にも大きな効果があるものと期待されることから、これらの高い技術や精度のよい装置を我が国のノウハウとして十分活用する方策を講じることが重要である。

超伝導接合素子に関する研究

超伝導体の物性を電氣的に検出する超伝導接合素子を用いて高感度X線検出器を実現するため、1)素子の製作及び評価に関する研究、2)素子の高性能化及び配列に関する研究、3)素子構造材料最適化に関する研究、4)信号処理専用回路系に関する研究 が行われた。その結果、超伝導接合素子作製専用プロセスラインや素子性能評価システムが構築され、素子の作成から評価に至るまでを一貫して実用化するための要素技術が確立されており、今後の発展が期待される注目すべき成果である。本研究で作成された素子では、極端紫外から硬X線という広いエネルギー範囲における検出を可能とし、また、半導体検出器のエネルギー分解能を遙かに凌ぐ41eVという超高エネルギー分解能を実現するなど、世界的にも高く評価される成果を挙げている。本研究の成果は、X線のみならず広範囲のエネルギー領域に対応した光子検出技術の基盤として有用な基盤を形成するものと評価される。

X線極限解析装置の応用に関する総合的研究

及び の研究の成果を統合しX線極限解析装置を実現することを目的として総合的研究が行われた。その結果、軟X線分析措置及び蛍光X線吸収端微細構造分析装置が製作され、実際に装置からX線の検出が行われており一定の成果が認められる。しかしながら、当初より、X線ホログラム素子と超伝導接合素子の両要素技術を統合したシステムを、どのような応用分野に適用してその有用性をアピールしてゆくのか、に関する展望等が十分検討されていれば、なお産業競争力のある先端技術として確立されたのではないかと考えられる。今後、出来るだけ早くユニークなデータを取得し、公表することにより、本装置が新たな研究領域や産業応用分野を開拓するものと期待される。

(4)評価結果

総合評価	1.目標達成度	2.目標設定	3.研究成果			4.研究体制		5.中間評価の反映	6.固有項目	
			(1)科学的価値	(2)科学的波及効果	(3)情報発信	(1)代表者	(2)連携等		(1)成果寄与	(2)支援体制
a	b	b	a	a	b	b	b	b	a	a